

Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Validação de dois modelos de previsão da infeção dos pessegueiros causada pelo fungo *Taphrina deformans*

Nuno José Pinto

Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fruticultura Integrada, realizada sob a orientação científica do Doutor João Pedro Martins da Luz, Professor coordenador da Unidade Técnica Científica das Ciências da Vida e dos Alimentos do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Agradecimentos

Agora concluída esta tese, queria demonstrar toda a minha gratidão por diversas pessoas e instituições, sem as quais este trabalho nunca poderia ter sido executado e concluído.

Ao meu orientador Prof. Doutor João Pedro Luz pela simpatia, pela perspicácia, pela disponibilidade, pela amizade, pelos ensinamentos e pela revisão apurada e exigente do trabalho final.

Às minhas colegas e amigas Anabela Barateiro, Cristina Ramos e Preciosa Fragoso pela preciosa colaboração na escolha dos pomares e nas observações periódicas realizadas nos mesmos. Os seus conhecimentos aprofundados sobre a cultura do pessegueiro e sobre a doença da lepra do pessegueiro, permitiram com que os dados obtidos para a conclusão deste trabalho, fossem os mais fiáveis e precisos.

À associação de agricultores Appizêzere pela disponibilização dos pomares de 10 associados e do trabalho profissional das suas técnicas Anabela Barateiro, Cristina Ramos e Preciosa Fragoso.

Aos agricultores e empresas agrícolas: Francisco Lopes, Frutas Quinta da Fadagosa S.A.G, lda., Gardunhagro - Sociedade Agrícola, lda., Joaquim Duarte, Maria Pinto, Maria Oliveira, Natércia Salvado, Pedro Brás, Samuel Mendes e Sociedade Agrícola Terlamontense por disponibilizarem os seus pomares e por abdicarem das habituais práticas agrícolas de modo a não influenciarem negativamente as observações.

Ao Fernando António Domingues pela sua compreensão, pelo apurado sentido empresarial e capacidade de perceber a importância da formação profissional permanente dos profissionais da empresa e pelo tempo que me disponibilizou para poder realizar este mestrado.

À Escola Superior Agrária de Castelo Branco e a todos os docentes do Mestrado em Fruticultura Integrada, que me abriram novamente as portas para a aquisição de novos conhecimentos na área das ciências agrárias.

A todos os amigos e colaboradores, que com a sua paciência e amizade souberam compreender e esperar, nos momentos em que a minha presença era imprescindível. A todos eles o meu muito obrigado.

À Patrícia, a mulher da minha vida, que apesar de todo o esforço que realizei para que a minha ausência durante o período em que decorreu a pós-graduação e a realização deste trabalho não fosse notada, inevitavelmente esta foi uma realidade. Por nunca me ter deixado desistir nos momentos mais difíceis, em que questioneei a possibilidade de conciliar a vida profissional e familiar com a vida de estudante.

À Inês, pela alegria e tranquilidade que me transmite simplesmente com o seu olhar e pelo orgulho que é ouvir palavras inocentes e sinceras de uma criança, que nos fazem pensar que todo este esforço não é em vão: “pai, és o meu amigo mais grande”.

Palavras chave

previsão, infecção, *Taphrina deformans*, pessegueiro

Resumo

Um modelo israelita de previsão da lepra do pessegueiro causada pelo fungo *Taphrina deformans*, e o respetivo melhoramento, realizado na região de Emília-Romagna, no norte da Itália, foi validado em dez pomares da Beira Interior durante o ano de 2011. Quando os pessegueiros encontram-se suscetíveis ao aparecimento da doença, ambos os modelos, utilizam funções matemáticas para calcularem o risco de infecção, tendo por base determinadas condições climáticas (precipitação diária superior a 10 mm e temperatura máxima diária superior a 5°C), bem como, prevê os períodos de possível aparecimento de sintomas baseados no período de incubação. Os pessegueiros são suscetíveis à lepra do pessegueiro quando atingem o estado fenológico “C”, ou seja, quando os primeiros gomos foleares abrolham. As árvores mantiveram-se susceptíveis à doença durante cerca de 9 a 10 semanas, com início em meados de fevereiro e que se prolongou, em alguns casos até meados de maio.

O modelo italiano mostrou-se extremamente eficaz na previsão das infeções, pois a maioria dos sintomas observados nos pomares, tiveram correspondência com o período de aparecimento desses mesmos sintomas previsto pelo modelo. Verificaram-se algumas exceções devido principalmente ao fato da carência de observações mais assíduas aos pomares. Este modelo foi igualmente eficaz nas previsões das infeções que ocorreram após as características infeções primárias.

O modelo israelita não se adaptou às condições do presente trabalho, por um lado, devido ao fato deste modelo considerar que os pessegueiros só se encontram suscetíveis à doença durante 42 dias após o abrolhamento dos gomos foleares, logo o modelo não previu as infeções que conduziram ao aparecimento dos sintomas verificados a partir de Abril. Por outro lado, um período de previsão do aparecimento de sintomas de 14 a 21 dias mostrou-se notoriamente curto.

Keywords

forecasting, infection, *Taphrina deformans*, peach

Abstract

An Israeli model forecasting leaf curl disease on peaches caused by the fungus *Taphrina deformans*, and its improvement, conducted in the Emilia-Romagna region of northern Italy, was validated in ten orchards of Beira Interior during the year of 2011. When the peach trees are susceptible to disease, both models use mathematical functions to calculate the risk of infection, based on certain weather conditions (daily rainfall exceeding 10 mm and daily maximum temperature above 5°C) and provides the periods of possible appearance of symptoms based on the incubation period. The peach trees are susceptible to leaf curl disease when they reach the growth stage “C”, when the first leaf buds thistle. The trees remained susceptible to the disease for about 9-10 weeks, starting in mid-February and lasted in, some cases, until mid-May.

The Italian model has proved extremely effective in predicting infections, because most of the symptoms observed in the orchards, had correspondence with the period of onset of those symptoms in the model. There are some exceptions mainly because of the lack of observations more diligent to orchards. This model was also effective in the estimates of infections that occurred after the characteristics primary infections.

The Israeli model has not adapted to the conditions of the present work, because in one hand, the model considers that the peach trees are susceptible to the disease for 42 days after the bud break, so the model did not predict the infections that led the onset of symptoms recorded from April. On the other hand, a forecast period of onset of symptoms 14 to 21 days proved to be notoriously short.

Índice geral

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Índice geral	v
Índice de figuras	vi
Índice de tabelas	vii
1. Introdução	1
2. Lepra do pessegueiro: biologia e epidemiologia	3
3. Modelos utilizados na previsão das infeções	6
3.1. O modelo israelita	6
3.2. O modelo corrigido e validado em Itália	8
4. Material e métodos	11
4.1. Caracterização das unidades de amostragem	11
4.2. Temperatura e precipitação no período de Janeiro a Junho de 2011	12
4.3. Caracterização da variedade de pessegueiros Tardibelle	12
4.4. Metodologia	12
4.4.1. Duração do período de suscetibilidade da planta à infeção	13
4.4.2. Ocorrência da infeção	14
4.5. Análise estatística	15
5. Resultados e discussão	16
5.1. Duração do período de suscetibilidade da planta à infeção	16
5.2. Infeções provocadas pelo fungo <i>Taphrina deformans</i> detetadas nas diferentes UAs	17
6. Conclusões	26
Referências bibliográficas	27
Anexo 1 - Dados meteorológicos da EMA da Borralheira	28
Anexo 2 - Dados meteorológicos da EMA da Póvoa de Atalaia	35
Anexo 3 - Guia de campo	42

Índice de figuras

Figura 1. Esquema do ciclo de vida da lepra do pessegueiro (adaptado de Broome, 2011).....	5
Figura 2. Estados fenológicos da cultura do pessegueiro Félix <i>et al.</i> (2008).....	14
Figura 3. Exemplo do delineamento experimental utilizado na UA SOTE.....	13
Figura 4. Número de dias que decorreram desde o abrolhamento até à ocorrência da última infecção em cada UA.....	16
Figura 5. Resultados da aplicação do modelo israelita: <i>RISK</i> - risco de infecção; Sintomas - sintomas de lepra observados; Período - período de aparecimento de sintomas previsto pelo modelo. A - UA FRLO; B - MAPI; C - MAOL; D - PEBR; E - SAME; F - SOTE; G - FRFA; H - NASA; I - JODU; J - GARD.....	20
Figura 6. Resultados da aplicação do modelo italiano: <i>RISK</i> - risco de infecção; Sintomas - sintomas de lepra observados; Período - período de aparecimento de sintomas previsto pelo modelo. A - UA FRLO; B - MAPI; C - MAOL; D - PEBR; E - SAME; F - SOTE; G - FRFA; H - NASA; I - JODU; J - GARD.....	22
Figura 7. <i>Box and whisker plots</i> que representam a distribuição da precipitação para os modelos israelita (A) e italiano (B), relativamente às infeções que ocorreram ou não dentro dos períodos previstos pelos modelos. Os <i>p-values</i> foram calculados utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo de 0,100 para o modelo israelita e 0,257 para o modelo italiano.....	21
Figura 8. <i>Box and whisker plots</i> que representam a distribuição da temperatura para os modelos israelita (A) e italiano (B), relativamente às infeções que ocorreram ou não dentro dos períodos previstos pelos modelos. Os <i>p-values</i> foram calculados utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo de 0,363 para o modelo israelita e 0,186 para o modelo italiano.....	24
Figura 9. <i>Box and whisker plots</i> que representam a distribuição dos valores de <i>Risk</i> para os modelos israelita (A) e italiano (B), relativamente às infeções que ocorreram ou não dentro dos períodos previstos pelos modelos. Os <i>p-values</i> foram calculados utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo de 0,100 para o modelo israelita e 0,710 para o modelo italiano.....	24
Figura 10. <i>Box and whisker plots</i> que representam a distribuição dos valores do período de incubação para os modelos israelita (A) e italiano (B), relativamente às infeções que ocorreram ou não dentro dos períodos previstos pelos modelos. Os <i>p-values</i> foram calculados utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo de 0,000 para o modelo israelita e 0,042 para o modelo italiano.....	24

Índice de tabelas

Tabela 1. Concelhos e freguesias a que pertencem os pomares em estudo.....	11
Tabela 2. Tipos de porta enxerto, compassos e densidades de plantação das UA.....	11
Tabela 3. Dados meteorológicos obtidos nas estações meteorológicas da Borralheira e Póvoa de Atalaia.....	12
Tabela 4. Resultado da aplicação do teste <i>one-sample T test</i> , nas 10 UAs, para a comparação entre a média do número de dias que decorreram desde o abrolhamento até à data da última infeção, com um valor de referência de 42 dias.....	16
Tabela 5. Resultado da aplicação do teste <i>one-sample T test</i> , em sete UAs, para a comparação entre a média do número de dias que decorreram desde o abrolhamento até à data da última infeção, com um valor de referência de 42 dias.....	17
Tabela 6. Datas das infeções previstas pelos dois modelos, respetivos dados meteorológicos, estados fenológicos dos pessegueiros e valores de Risk.....	18
Tabela 7. Percentagem de árvores onde foram observados sintomas em cada UA.....	19
Tabela 8. Datas em que foram observados sintomas de lepra do pessegueiro e a sua relação com o período de incubação previsto pelos dois modelos.....	21
Tabela 9. Caraterização das infeções provocadas pelo fungo <i>Taphrina deformans</i> dos dois modelos em estudo.....	23
Tabela 10. Comparação entre as infeções de lepra do pessegueiro que ocorreram e as que foram previstas pelos modelos israelita e italiano, utilizando o teste estatístico Chi-quadrado.....	25

1. Introdução

O pessegueiro (*Prunus persica* L.) é uma fruteira da família das Rosáceas, originária da China e o seu cultivo remonta há mais de 2000 anos (OMAIAA, 2011). Atualmente, o pêssego é uma das frutas mais largamente difundidas pelo mundo, estimando-se a sua produção mundial em cerca de 15 milhões de toneladas por ano, distribuídas por uma superfície de 1,4 milhões de hectares, de acordo com os dados da FAO (OMAIAA, 2011). A China é o maior produtor do mundo, com um volume de produção que representa 40% do total mundial. A Europa é responsável por 27% da produção mundial, seguida pelos Estados Unidos da América com 9%. Espanha e Itália lideram a produção europeia, com volumes anuais em torno de 1 milhão de toneladas cada, seguidos pela Grécia e França (OMAIAA, 2011).

Em Portugal, as zonas de produção de pêssego localizam-se essencialmente na região do Ribatejo e Oeste, Palmela, Beira Interior (Cova da Beira), Campo Maior, Algarve e Vilarica. A zona da Cova da Beira possui a certificação de IGP (Indicação Geográfica Protegida). A área da cultura em Portugal é de 5763 ha, obtendo-se uma produção anual de cerca de 54 255 toneladas (INE, 2009). Nas principais regiões produtoras, mais de 90% das explorações possui uma área inferior a 2 ha, sendo o número de explorações com mais de 10 ha muito reduzido (OMAIAA, 2011). Na região da Beira Interior, a dimensão média das parcelas é cerca de 1,6 ha mas a média da área de pessegueiro por agricultor é superior a 7 ha (Simões, 2008) e os pomares localizam-se na Cova da Beira e junto ao sopé da encosta sul da serra da Gardunha (Simões, 2008). Existem aproximadamente 1500 ha de pessegueiros, num total de 2372 explorações, que correspondem a cerca de 23% da área total de pessegueiro do continente e a 16% da área ocupada pelas culturas permanentes da região (INE, 2001).

A doença da lepra do pessegueiro, provocada pelo fungo *Taphrina deformans* (Berk.) Tul., encontra-se espalhada por todas as regiões do mundo (Giosuè *et al.*, 2000). É uma doença que provoca perdas muito importantes, quer a nível quantitativo quer qualitativo em pessegueiros (Kavak, 2005). Visando otimizar a aplicação de produtos fitofarmacêuticos, foi desenvolvido em Israel e posteriormente melhorado e validado em Itália, um modelo de previsão da ocorrência de infeções de lepra do pessegueiro, baseado em valores de precipitação e temperatura. Porém, para que este modelo possa ser utilizado noutras regiões e noutros países é necessário que seja avaliado e validado.

Este trabalho teve como objetivo validar dois modelos de previsão da infeção da lepra do pessegueiro: um modelo israelita e um outro modelo que resultou da melhoria do modelo israelita realizado na região de Emília-Romagna, no norte de Itália. Estas validações foram realizadas em 10 pomares da Beira Interior durante 2011. Ambos os modelos utilizam funções matemáticas para calcularem o risco de infeção, tendo por base determinadas condições climáticas (precipitação diária superior a 10 mm e temperatura máxima diária superior a 5°C), além de poderem prever os períodos do possível aparecimento de sintomas baseados no período de incubação.

Os pomares distribuíram-se geograficamente pela região da Beira Interior, a norte e a sul da Serra da Gardunha, nos concelhos de Castelo Branco, Fundão, Belmonte e Guarda. Os

pomares foram acompanhados periodicamente para verificar o aparecimento dos sintomas causados por *Taphrina deformans*.

2. Lepra do pessegueiro: biologia e epidemiologia

O fungo *Taphrina deformans* foi classificado como pertencente a (Alexopoulos *et al.*, 1996):

Reino: Fungi;

Filo: Ascomycota;

Classe: Taphrinomycetes;

Ordem: Taphrinales;

Família: Taphrinaceae;

Género: *Taphrina*;

Espécie: *Taphrina deformans* (Berk.) Tul.

Os sintomas da lepra do pessegueiro divergem significativamente, dependendo do órgão da planta que foi infetado (Giosuè *et al.*, 2000). Ataca sobretudo as folhas de ramos do ano, embora outros órgãos da planta possam também ser infetados, mas raramente os frutos (Félix e Cavaco, 2008). Na Primavera, as folhas jovens apresentam engrossamentos, hipertrofias (Cavaco *et al.*, 2006), deformações e endurecimento dos tecidos (Giosuè *et al.*, 2000). Inicialmente as folhas apresentam uma cor avermelhada, adquirindo mais tarde uma tonalidade amarela avermelhada ou cinzenta amarelada (Giosuè *et al.*, 2000). Nesta fase, o fungo produz esporos sobre as zonas infectadas que adquirem uma aparência cinzenta aveludada (COTHN, 2010). As folhas infetadas caem prematuramente mas por vezes ficam agarradas à árvore tornando-se gradualmente castanhas enegrecidas em árvores severamente atacadas (Giosuè *et al.*, 2000). Quando o ataque é muito intenso, a queda das folhas pode ser total, reagindo a árvore com uma segunda rebentação. Nesta situação, um novo ataque pode conduzir ao enfraquecimento ou mesmo à morte da árvore (Félix e Cavaco, 2008). Os ramos jovens também podem ser atacados tornando-se deformados e distorcidos (Giosuè *et al.*, 2000). As infeções ao nível dos frutos são mais raras, mas quando acontecem surgem erupções irregulares e avermelhadas (Giosuè *et al.*, 2000).

A gravidade da doença depende: da suscetibilidade da cultivar, da quantidade de inóculo e das condições climáticas (Giosuè *et al.*, 2000).

O fungo hiberna sobre a forma de ascósporos ou corpos levuloides nas rugosidades dos ramos e nas escamas dos gomos (Félix e Cavaco, 2008). Apesar das numerosas pesquisas que foram efetuadas após o fungo ter sido identificado, no fim do século XIX, no que diz respeito à sua epidemiologia, anatomia, morfologia, bioquímica e fisiologia, não se sabe com exactidão quais as condições climáticas favoráveis para se dar a infecção da doença (Safran e Levy, 1995). Períodos de precipitação prolongados favorecem infeções muito graves no pomar, mas também já foi demonstrado que o fungo pode iniciar o seu desenvolvimento com humidades relativas superiores a 95% (Giosuè *et al.*, 2000). Segundo Rossi *et al.* (2005), em experiências realizadas

com condições climatéricas controladas, de 2000 a 2002, chegou-se à conclusão que para ocorrer a infeção do fungo da lepra do pessegueiro, o período de tempo em que os tecidos se mantêm húmidos é mais importante que a quantidade de precipitação ocorrida. Valores de precipitação superiores a 3 mm só provocaram infeção quando os tecidos das plantas se mantiveram húmidos durante um período superior a 12 horas. A incidência da doença aumentou com o aumento do período de humectação atingindo o máximo quando este período foi superior a 48 horas. Temperaturas baixas também favorecem o desenvolvimento da doença. Quando a temperatura mínima é de 7°C (Félix e Cavaco, 2008), 6°C (Giosuè *et al.*, 2000) ou até mesmo 3°C (Spada *et al.*, 2001) estão reunidas as condições para que se verifique a germinação das formas hibernantes. A lepra do pessegueiro desenvolve-se com temperaturas que vão dos 6°C aos 26°C com um ótimo de temperatura entre os 18-20°C (Giosuè *et al.*, 2000).

Os filamentos germinativos atravessam a cutícula ou os estomas, penetram os tecidos parenquimatosos e forma-se um micélio intercelular septado (COTHN, 2010). Este desenvolvimento intercelular induz à divisão celular e ao crescimento celular excessivo da planta (COTHN, 2010). Mais tarde, desenvolvem-se as hifas do fungo fora da zona infetada e propagam-se entre a cutícula e a epiderme da folha. Os ascósporos com humidade relativa superior a 95% formam os corpos levuloides por gemulação. Estes esporos, transportados pela chuva e pelo vento, asseguram a disseminação da doença (Félix *et al.*, 2008). Posteriormente, os conídios, produzidos durante o ciclo vegetativo da cultura, conseguem sobreviver mais de um ano sobre as partes perenes da árvore ou sobre o solo, onde se multiplicam saprofiticamente para formarem o inóculo hibernante (Giosuè *et al.*, 2000). A sua resistência à secura, bem como às variações de temperatura, permite-lhe sobreviver durante o verão e inverno, até que surjam novamente condições favoráveis para iniciar o período infeccioso na primavera seguinte (Safran e Levy, 1995) (Figura 1.).

Os ataques desta doença são mais elevados quando as condições ótimas de temperatura e precipitação surgem durante a fase de abrolhamento dos gomos (Giosuè *et al.*, 2000). A suscetibilidade do hospedeiro diminui à medida que as folhas da árvore vão envelhecendo, pois com o aparecimento da cutícula e com o facto da diferenciação dos tecidos se encontrar concluída (Safran e Levy, 1995), torna-se mais resistente à doença, bem como, com o aumento da temperatura até que a doença fica totalmente inibida (Giosuè *et al.*, 2000). Quando as folhas se encontram totalmente desenvolvidas o risco económico provocado pelo fungo perde importância, mas contudo, não é completamente removido (Giosuè *et al.*, 2000).

Apesar de ser uma doença essencialmente monocíclica, cumprindo um só período anual de infeção, é possível que ocorra a transformação do fungo de saprófita para parasita, causada pelos exsudados libertados pelas folhas jovens. Estes exsudados podem modificar o comportamento dos conídios e provocar o aparecimento de tubos de penetração. As infeções secundárias podem observar-se durante a primavera, mas as lesões são muito limitadas e as deformações não se estendem a toda a superfície da folha (Safran e Levy, 1995).

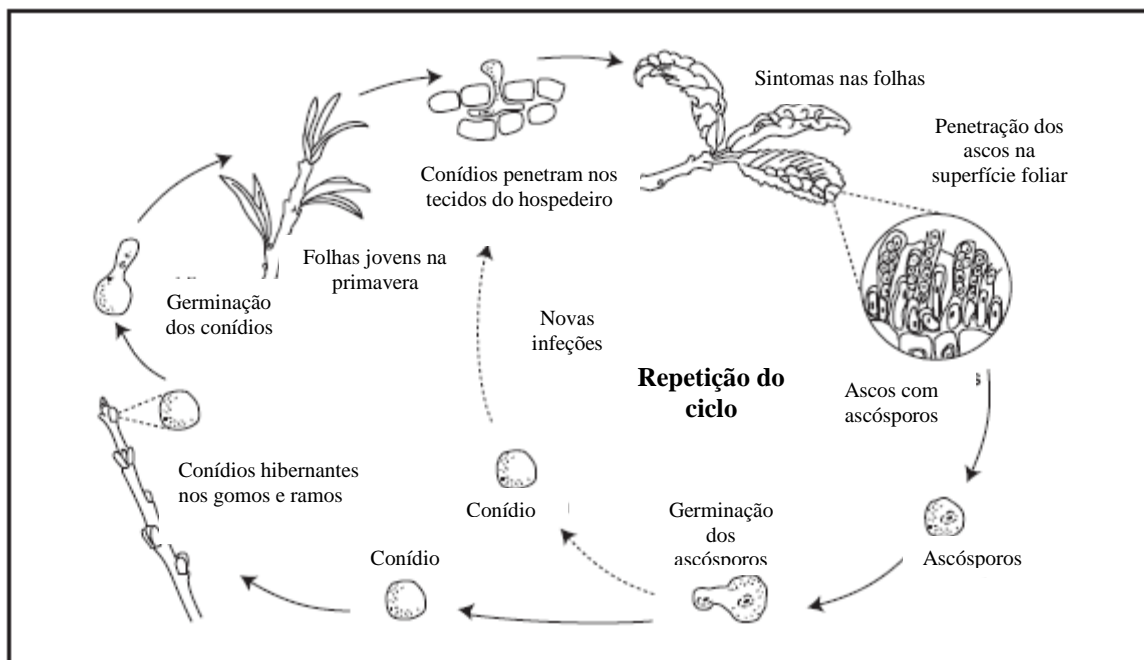


Figura 1. Esquema do ciclo de vida da lepra do pessegueiro (adaptado de Broome, 2011).

3. Modelos utilizados na previsão das infeções

O primeiro modelo utilizado na previsão do período de infeção foi criado em Israel por Safran e Levy (1995). O segundo modelo surgiu alguns anos mais tarde, em Itália, por Giosuè *et al.* (2000), resultante da correção do modelo anterior, utilizando equações que para os autores seriam as que melhor descreviam e retratavam os parâmetros que influenciam o ciclo de vida de *Taphrina deformans*. Para além destas diferenças, são as durações, quer do período de incubação, quer do período de suscetibilidade dos pessegueiros ao fungo, as que mais distinguem os modelos.

3.1. O modelo israelita

O modelo israelita foi calibrado durante 1990 e 1991 até que se obteve uma correlação significativa entre as observações de campo e o modelo de previsão ($R^2 \approx 0,62$; $p < 0,0001$; $n = 372$ árvores). O modelo foi testado em 1992, com uma correlação muito próxima da anterior ($R^2 \approx 0,58$; $p < 0,0001$; $n = 339$ árvores). Este modelo calcula, para cada dia, o risco de infeção em função da temperatura do ar, precipitação, suscetibilidade varietal, estado fenológico e nível de inóculo. O risco relacionado com a temperatura máxima (excedendo os 5°C) foi calculado utilizando duas equações lineares, enquanto a influência da precipitação foi calculada utilizando a distribuição de Poisson, que determina a probabilidade de infeção, em dias, em que a precipitação é igual ou superior a 10 mm. As árvores são consideradas suscetíveis durante um período de 42 dias após o abrolhamento e a influência da cultivar e do nível de inóculo são determinados empiricamente. O aparecimento dos sintomas é esperado 14 a 21 dias após a incubação.

A construção do modelo foi feita com base em hipóteses ou em conjuntos de conclusões publicadas. O modelo baseia-se nos seguintes factos (Safran e Levy, 1995):

1. os conídios hibernam na casca das árvores ou na camada superior do solo; o micélio do fungo não sobrevive sobre as partes perenes da planta e, portanto, não há continuidade no curso da infeção da doença;
2. os conídios aderem fortemente aos tecidos vegetais e a sua dispersão é muito lenta; no início da primavera a distribuição do inóculo é aleatória, iniciando-se a partir das árvores atacadas no ano anterior;
3. o inóculo invade os gomos através dos salpicos provocados pelas gotas de chuva; o aparecimento dos sintomas depende da data, intensidade e duração da precipitação, em função do estado fenológico em que se encontra a planta;
4. a penetração do fungo nos tecidos foliares é influenciada pela temperatura (entre 5°C e 25°C) e as condições extremas inibem o aparecimento da doença;
5. a penetração do fungo nos tecidos foliares não é influenciada pela humidade relativa da atmosfera, mas pelo microclima prevalecente no interior dos gomos;

6. a ocorrência da infecção é possível durante várias semanas, enquanto a folhagem das árvores não está totalmente desenvolvida;
7. a lepra do pessegueiro é essencialmente uma doença monocíclica, composta por um único período de infecção anual; a lógica do modelo desaparece com o aparecimento de sintomas no final do período de sensibilidade das folhas;
8. é possível a transformação do fungo de saprófita em parasita, causado pelo exsudado das folhas novas, que pode alterar o comportamento dos conídios e provocar o aparecimento dos tubos de penetração.

As previsões do modelo são apresentadas numa variável chamada *RISK*, que constitui a probabilidade de infecção da árvore para determinado dia.

Influência do estado fenológico

Com o objetivo de determinar o aparecimento dos sintomas e a duração do período de sensibilidade da cultura à lepra, o estado fenológico em que se encontra, por si só revelou-se insuficiente. A introdução de um período de sensibilidade cultural, com início ao abrolhamento e com uma duração de seis semanas (42 dias), que é o tempo considerado necessário ao desenvolvimento de toda a folhagem, foi onde se conseguiu uma melhor consistência nos resultados. Desta forma, segundo Safran e Levy (1995), as equações criadas para demonstrarem a influência do estado fenológico foram as seguintes:

$$RISK(1) = 0 \quad \text{se: } [D < d]; \quad (1)$$

$$RISK(1) = 1 \quad \text{se: } [d \leq D \leq d + 42]; \quad (2)$$

$$RISK(1) = 0 \quad \text{se: } [D > d + 42]. \quad (3)$$

Onde:

D: dia considerado;

d: data do abrolhamento.

Influência da precipitação

A quantidade mínima de precipitação para que haja uma infecção foi fixada em 10 mm em 24 horas, utilizando como limite os 25 mm de precipitação que dá melhor garantia de infecção. Tendo em conta estes pressupostos, foi utilizada a lei de Poisson para determinar a probabilidade de infecção (Safran e Levy, 1995):

$$P_{(h)} = (\eta^h \times e^{-\eta}) / (a \times (h - 1)!). \quad (4)$$

Onde:

h: precipitação (mm);

a = 2,08;

η = 25 mm.

As equações de previsão da influência da precipitação na infeção provocada pela lepra do pessegueiro, segundo Safran e Levy (1995), são as seguintes:

$$RISK(2) = 0 \quad \text{se: } [h < 10], \quad (5)$$

$$RISK(2) = RISK(1) \times [25h \times e^{-25} / 2.08 \times (h - 1)!] \quad \text{se: } [10 \leq h \leq 25], \quad (6)$$

$$RISK(2) = RISK(1) \quad \text{se: } [h > 25]. \quad (7)$$

Onde:

h: precipitação do dia considerado (mm).

Influência da temperatura

O risco relacionado com a temperatura máxima igual ou superior a 5°C foi calculado utilizando um duplo modelo linear, em que a temperatura máxima para que haja risco de infeção foi tabelada em 24°C. Segundo Safran e Levy (1995), as equações que determinam a influência da temperatura na infeção provocada pelo fungo são as seguintes:

$$RISK(3) = 0 \quad \text{se: } [T < 5^\circ\text{C}]; \quad (8)$$

$$RISK(3) = 0,06 + 0,04 \times T \quad \text{se: } [5^\circ\text{C} \leq T \leq 24^\circ\text{C}]; \quad (9)$$

$$RISK(3) = 2,6 - 0,067 \times T \quad \text{se: } [T > 24^\circ\text{C}]. \quad (10)$$

Onde:

T: temperatura máxima do dia considerado (°C).

Influência da sensibilidade varietal

A atribuição das notas relacionadas com a sensibilidade varietal é um processo totalmente empírico, pois são baseadas na experiência do acompanhamento das variedades durante 1991 e 1992. Segundo Safran e Levy (1995), as equações utilizadas para a determinação da influência da sensibilidade da variedade de pessegueiros na infeção provocada pela lepra do pessegueiro são as seguintes:

$$RISK(4) = RISK(3) \times RISK(2) \times VAR \quad (11).$$

Onde:

VAR: nota da sensibilidade da variedade considerada.

Influência do ano anterior

A doença é essencialmente monocíclica, e assim a influência da esporulação não se faz sentir no ano seguinte. No entanto, Safran e Levy (1995) verificaram que o risco de infeção aumentou quatro vezes nos casos em que as árvores tinham sido atacadas por lepra no ano

anterior. Desta forma, criaram as seguintes equações para avaliar o risco final de infecção provocada pela lepra do pessegueiro:

$$RISK = RISK(4) \quad \text{se: } [\text{árvores sãs}]; \quad (12)$$

$$RISK = RISK(4) \times 4 \quad \text{se: } [\text{árvores atacadas}]. \quad (13)$$

3.2. O modelo corrigido e validado em Itália

O modelo israelita de previsão da lepra do pessegueiro foi testado na região da Emilia-Romagna, no norte da Itália, durante três anos (1996-1998), em 13 casos (ano x local x cultivar). Quando os pessegueiros se encontram suscetíveis à infecção, o modelo utiliza funções matemáticas para calcular o risco de infecção com base nas condições climáticas (precipitação superior a 10 mm e temperatura máxima superior a 5°C) e calcula períodos de possível aparecimento de sintomas baseados na duração da incubação. Os pessegueiros tornam-se suscetíveis às infecções durante o período que vai desde o final de janeiro até meados de março, quando se encontram no estado fenológico C, permanecendo suscetíveis durante cerca de 9 semanas. A última infecção ocorre em meados de maio. O modelo israelita foi modificado e validado em sete locais na região da Emilia-Romagna durante um período de três anos (1996-1998), sendo utilizado pelos sistemas de avisos para a proteção das culturas (Giosuè *et al.*, 2000).

O risco de infecção para cada dia, segundo Giosuè *et al.* (2000), é calculado por:

$$Risk_i = Risk(Ph_i) \times Risk(R_i) \times Risk(T_i). \quad (14)$$

Onde:

$Risk_i$: risco de infecção calculado para cada dia i ;

$Risk(Ph_i)$: risco relacionado com o estado fenológico; toma o valor 0 até as árvores atingirem um estado fenológico de suscetibilidade, a partir daí, toma o valor de 1;

$Risk(R_i)$: risco relacionado com a precipitação;

$Risk(T_i)$: risco relacionado com a temperatura.

Influência do estado fenológico

De igual modo ao modelo criado por Safran e Levy (1995), o risco relacionado com o estado fenológico da cultura toma o valor de zero até as árvores atingirem um estado fenológico suscetível. A partir daí toma o valor “1” (Giosuè *et al.*, 2000).

Influência da precipitação

Para calcular o risco relacionado com a precipitação, o modelo israelita foi modificado com o objetivo de obter equações que melhor descrevam a influência das condições meteorológicas, sobre os diferentes estados de desenvolvimento do fungo (Giosuè *et al.*, 2000).

O risco relacionado com a precipitação, $Risk(R_i)$, foi calculado utilizando o modelo estatístico *two-parameter logistic* que se ajustou aos dados de Safran e Levy (1995):

Para $R^2 = 0,99$.

$$Risk(R_i) = 0 \quad \text{se: } R_i < 10; \quad (15)$$

$$Risk(R_i) = 1 / 1 + e^{(10,7513 - 0,53997 \cdot R_i)} \quad \text{se: } R_i \geq 10. \quad (16)$$

Influência da temperatura

Para calcular o risco relacionado com a temperatura, o modelo israelita foi modificado com o objetivo de obter equações que melhor descrevam a influência das condições meteorológicas, sobre os diferentes estados de desenvolvimento do fungo (Giosuè *et al.*, 2000).

O risco relacionado com a temperatura, $Risk(T_i)$ foi calculado utilizando a seguinte equação (Giosuè *et al.*, 2000):

Para $R^2 = 0,97$.

$$Risk(T_i) = 0 \quad \text{se: } T_i < 0; \quad (17)$$

$$Risk(T_i) = [4,6313 \cdot T_{eq}^{1,3591} \cdot (1 - T_{eq})]^{1,5766} \quad \text{se: } T_i \geq 5. \quad (18)$$

Onde:

$$T_{min} = -2^\circ\text{C};$$

$$T_{max} = 39^\circ\text{C};$$

$$T_{eq} = (T_i + 2)/41.$$

Influência da sensibilidade varietal

A suscetibilidade da cultivar não foi considerada devido ao facto da informação prestada por Safran e Levy (1995) ser insuficiente no que diz respeito ao seu papel na ocorrência da infeção.

Influência do ano anterior

O nível de inóculo não foi considerado, devido ao facto da informação prestada por Safran e Levy (1995) ser insuficiente no que diz respeito ao seu papel na ocorrência da infeção.

4. Material e métodos

4.1. Caracterização das unidades de amostragem

O ensaio decorreu durante 2011, em 10 pomares localizados na Beira Interior, os quais constituíram 10 unidades de amostragem (UA), nos distritos de Castelo Branco e Guarda (Tabela 1.). Os pomares foram seleccionados entre os associados da APPIZÊZERE.

Tabela 1. Concelhos e freguesias a que pertencem os pomares em estudo.

Nome	UA	Freguesia	Concelho
Pedro Brás	PEBR	Aldeia do Souto	Covilhã
Francisco Manuel Silva Lopes	FRLO	Orjais	Covilhã
Maria Irene Pinto	MAPI	Inguías	Belmonte
Sociedade Agrícola Terlamontense	SOTE	Teixoso	Covilhã
Maria Joaquina Ramos Oliveira	MAOL	Salgueiro	Fundão
Samuel Cerdeira Mendes	SAME	Fundão	Fundão
Frutas Quinta da Fadagosa, S.A.G	FRFA	Castelo Novo	Fundão
Natércia Salvado	NASA	Castelo Novo	Fundão
Gardunhagro - Sociedade Agrícola, Lda	GARD	Louriçal do Campo	Castelo Branco
Joaquim Manuel Serra Duarte	JODU	Louriçal do Campo	Castelo Branco

A densidade dos pomares varia entre as 666 e as 1250 plantas/ha com uma distância na entrelinha de 4,0 a 5,0 m e uma distância na linha de 2,0 a 3,0 m. Na tabela 2., podemos verificar os diferentes porta enxertos utilizados nas UA.

Tabela 2. Tipos de porta enxerto, compassos e densidades de plantação das UA.

UA	Porta enxerto	Compasso (m)	Densidade (árvores/ha)
PEBR	<i>Prunus persicae</i>	4,5 x 2,5	888
FRLO	<i>Prunus persicae</i>	4,5 x 2,5	888
MAPI	Montclair	4,0 x 2,0	1250
SOTE	Montclair	4,5 x 2,0	1111
MAOL	Montclair	5,0 x 3,0	666
SAME	Nemaguard	5,0 x 2,5	800
FRFA	GF 305	5,0 x 2,5	800
NASA	Montclair	4,5 x 2,0	1111
GARD	GF 677	4,5 x 2,0	1111
JODU	Cadaman	4,5 x 2,5	888

4.2. Temperatura e precipitação no período de Janeiro a Junho de 2011

Na obtenção dos dados climáticos, temperatura máxima diária e precipitação, utilizaram-se os dados de duas estações meteorológicas, Borralheira e Póvoa de Atalaia, com a finalidade de abranger os pomares de pessegueiros acompanhados. As estações meteorológicas da Póvoa de Atalaia e da Borralheira localizavam-se a norte e a sul da Serra da Gardunha, respetivamente. Os dados meteorológicos obtidos pela estação meteorológica da Póvoa de Atalaia foram utilizados para os cálculos efectuados nas UAs - MAPI, PEBR, SAME, FRLO, SOTE e MAOL. Por outro lado, os dados meteorológicos obtidos pela estação meteorológica da Borralheira foram utilizados para os cálculos efectuados nas UA - FRFA, NASA, GARD e JODU.

De janeiro a junho de 2011, verificaram-se valores de precipitação total superiores a norte da serra da Gardunha, verificando-se uma diferença nos valores totais referentes ao primeiro semestre de 2011, na ordem dos 150,3 mm. A norte da Serra da Gardunha, o mês que registou mais pluviosidade foi janeiro com 167,4 mm. Ao contrário, a sul foi abril com um total de 109,2 mm. Em relação às temperaturas máximas diárias, verificou-se uma diferença inferior a 1°C (Tabela 3.).

Tabela 3. Dados meteorológicos obtidos nas estações meteorológicas da Borralheira e Póvoa de Atalaia.

Mês	Borralheira		Póvoa de Atalaia	
	Precipitação (mm)	Temperatura máxima (°C)	Precipitação (mm)	Temperatura máxima (°C)
Janeiro	105,2	12,0	167,4	10,7
Fevereiro	81,2	16,0	135,2	14,2
Março	89,3	15,2	116,5	14,1
Abril	109,2	22,6	126,0	21,8
Maio	40,3	25,9	29,2	25,3
Junho	0,9	27,4	5,1	27,1
Total/Média	429,1	19,8	579,4	18,9

4.3. Caracterização da variedade de pessegueiros Tardibelle

A cultivar Tardibelle é caracterizada por ter a maturação tardia, com plantas de elevado vigor. O fruto é médio a grande com uma coloração vermelho-alaranjada e com forma circular a oblonga. É uma variedade muito sensível à doença da Lepra do Pessegueiro.

4.4. Metodologia

Em cada UA foram acompanhadas 12 árvores da cultivar Tardibelle (3 árvores contínuas X 4 repetições) de modo a que o factor variedade não interferisse com a investigação. Esta

metodologia foi a mesma que foi utilizada por Giosuè *et al.* (2000) na validação e melhoramento do modelo.

Não foram aplicados fungicidas durante o inverno para não influenciarem os resultados das observações. As árvores foram conduzidas no sistema de vaso e para que o ensaio seja o mais real possível e as práticas culturais foram as normais para um pomar de pessegueiros à excepção dos tratamentos fitofarmacêuticos com fungicidas.

Efetuuou-se o acompanhamento dos pomares semanalmente, para registar o estado fenológico em que se encontravam as árvores e verificar a possível presença de sintomas de Lepra. Para o efeito, foi criado um guia de campo (Anexo III). Sempre que se verificassem sintomas nas folhas, os mesmos eram sinalizados com uma fita de marcação para que não fossem contabilizados nas observações seguintes. Como base de trabalho para o acompanhamento dos estados fenológicos dos pessegueiros, foi utilizado o esquema proposto por Mário Baggiolini (Gautier, 1988) (Figura 2.).

As árvores foram identificadas com as letras correspondentes à UA, seguida de um valor numérico de 1 a 12, referente à 1.^a árvore da 1.^a linha até à 3.^a árvore da quarta linha (Figura 3.)

As observações efectuadas tiveram como objetivo a validação dos seguintes aspectos do modelo:

- duração do período de suscetibilidade da planta à infecção;
- ocorrência da infecção;

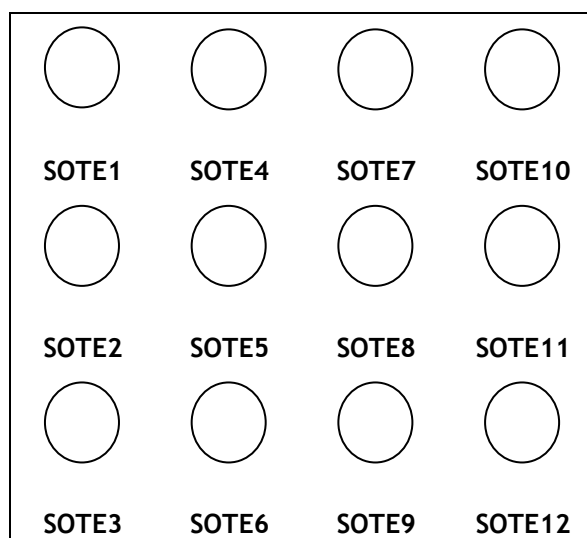


Figura 3. Exemplo do delineamento experimental utilizado na UA SOTE.

4.4.1. Duração do período de suscetibilidade da planta à infecção

Para determinar o período de duração em que as plantas se mantêm suscetíveis à infecção, foram calculados o número de dias que vão desde a data em que as plantas se tornam suscetíveis à doença, isto é, ao abrolhamento, e a data da ultima infecção ocorrida. Os cálculos foram efetuados separadamente para cada um dos dez casos considerados.

A - Repouso



B - Botão inchado



C - Abrolhamento



D - Botão rosa



E - Aparecimento dos estames



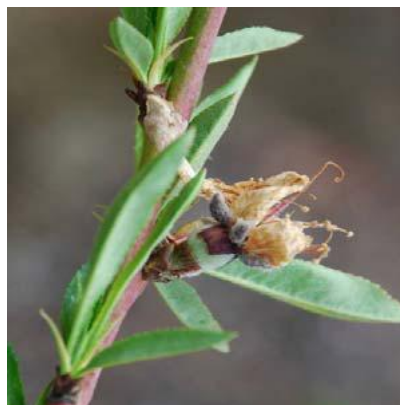
F - Floração



G - Queda das pétalas



H - Vingamento



I - Frutos em desenvolvimento

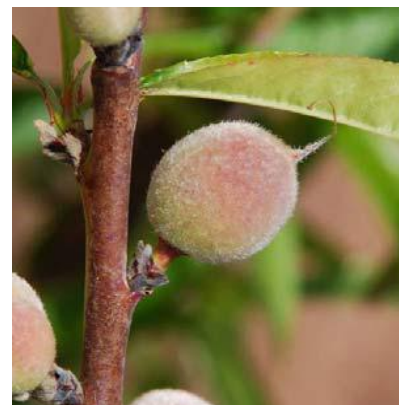


Figura 2. Estados fenológicos da cultura do pessegueiro Félix *et al.* (2008).

4.4.2. Ocorrência da infeção

Para validar o modelo no que diz respeito ao dia em que ocorreu a infeção, foram comparados, nos 10 casos, o aparecimento dos sintomas nas plantas com o dia previsto pelo modelo. Os valores de temperatura e precipitação diários foram registados a partir de 1 de fevereiro.

Quando as árvores se tornam suscetíveis à infeção, que segundo o modelo israelita decorre durante os 42 dias após o abrolhamento, e para o modelo italiano modificado são 63 dias, foi calculado o período de possível aparecimento dos primeiros sintomas, para cada dia, sempre que

o risco calculado pelo modelo seja superior a zero, considerando um período de incubação de 14 a 21 dias para o primeiro modelo e de 14 a 28 dias para o segundo modelo.

4.5. Análise estatística

Utilizando os dados meteorológicos obtidos nas estações meteorológicas, foram identificados os dias em que ocorreram valores de precipitação superiores a 10 mm e de temperatura máxima superiores a 5°C. Quando se reuniam estas condições meteorológicas por vários dias consecutivos, as prováveis infecções eram associadas ao dia em que foram observados os sintomas.

Como ponto de partida, sempre que as condições climáticas favoráveis à infecção estavam reunidas, esta ocorreria na realidade. A partir daí, iniciou-se a contagem dos dias até ao aparecimento dos sintomas. Sempre que eram observados sintomas, considerava-se que a infecção tinha sido real. Todos os períodos, em que havia a possibilidade de ocorrência de infecção dentro dos parâmetros meteorológicos mencionados anteriormente, foram divididos em dois grupos: com e sem infecção. Tendo por base o trabalho realizado por Rossi *et al.* (2006), a distribuição dos valores dentro de cada grupo, foi analisado através do sumário estatístico e pela representação gráfica *box and whisker plots*. As diferenças estatísticas entre os dois grupos foram testadas pelo teste *t-student* para as médias e pelo teste estatístico de Kolmogorov-Smirnov para as distribuições tendo como condição a hipótese nula da igualdade dos dados entre os dois grupos. Segundo os mesmos autores, baseando-nos nestas análises, as condições mínimas para que ocorra infecção foram identificadas separadamente para a precipitação, temperatura e período de incubação. Estas condições, em seguida, foram aplicadas juntamente aos dados recolhidos durante a realização deste trabalho e fez-se a comparação entre os resultados reais e os estimados utilizando o teste estatístico do Chi-quadrado.

A comparação do número de dias em que os pessegueiros se encontram suscetíveis ao fungo *Taphrina deformans* resultantes da aplicação dos dois modelos aos dados obtidos, com os resultados recolhidos a partir da bibliografia estudada, foi feita utilizando o teste estatístico *one-sample t test*.

5. Resultados e discussão

5.1. Duração do período de suscetibilidade da planta à infeção

Nos dez pomares que foram acompanhados durante a realização deste trabalho, verificou-se que o número de dias que decorreram desde o abrolhamento dos gomos até à ocorrência da última infeção, variou entre os 25 dias ocorridos nas UAs SOTE e SAME, e os 66 dias que se verificaram na UA FRLO (Figura 4.). A média foi de 53,3 dias.

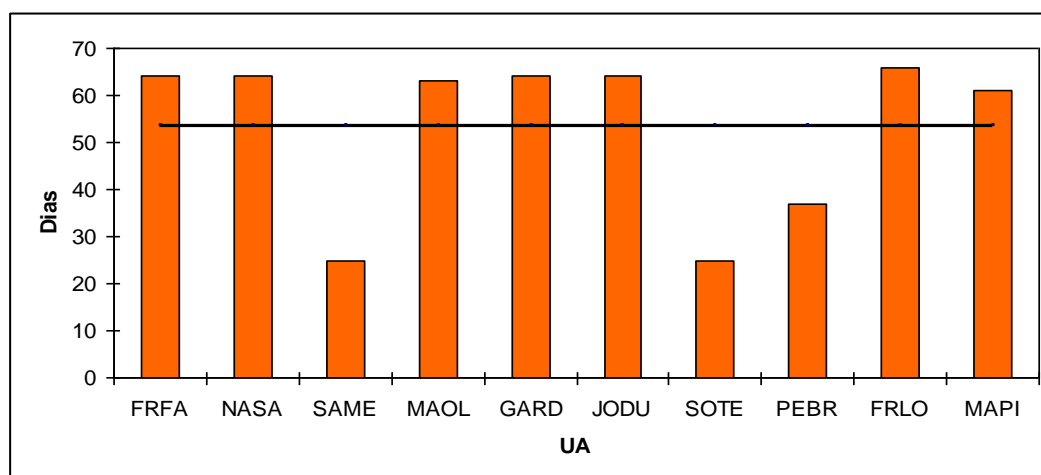


Figura 4. Número de dias que decorreram desde o abrolhamento até à ocorrência da última infeção em cada UA.

Fazendo a análise estatística a estes resultados, verificamos que para um nível de significância de $\alpha = 0,05$, o $p\text{-value} = 0,067$, logo, confirma-se a hipótese nula da igualdade entre a média do período de duração da suscetibilidade dos pessegueiros (53,3 dias) em relação ao valor de referência de 42 dias estipulado por Safran e Levy (1995) (Tabela 4.).

Tabela 4. Resultado da aplicação do teste *one-sample T test*, nas 10 UAs, para a comparação entre a média do número de dias que decorreram desde o abrolhamento até à data da última infeção, com um valor de referência de 42 dias.

Média	Desvio padrão	$p\text{-value}$	Diferença média	Duração do período de suscetibilidade		Intervalo de confiança de 95%	
				Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
53,3	17,1	0,067	11,3	25	66	0,95	23,55

No entanto, três das dez UAs acompanhadas durante este trabalho (SAME, SOTE e PEBR), foram precocemente retiradas das observações periódicas (entre os 25 e os 33 dias) o que conduziu a este resultado. Se tivermos em consideração apenas as restantes sete UAs e feita a respetiva análise, verificou-se que para um nível de significância de 0,05%, a média obtida (63,7 dias) é estatisticamente superior à média de 42 dias obtida por Safran e Levy (1995) (Tabela 5.).

Tabela 5. Resultado da aplicação do teste one-sample T test, em sete UAs, para a comparação entre a média do número de dias que decorreram desde o abrolhamento até à data da última infecção, com um valor de referência de 42 dias.

Média	Desvio padrão	p-value	Diferença média	Duração do período de suscetibilidade		Intervalo de confiança de 95%	
				Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
63,7	1,5	0,000	21,7	61	66	20,3	23,1

Desta forma, podemos concluir que os 42 dias de duração do período de incubação previstos por Safran e Levy (1995) são estatisticamente inferiores ao que acontece na realidade. Nas UAs acompanhadas até ao final do trabalho, verificou-se que o período de incubação teve a duração entre os 61 e os 66 dias contados a partir do abrolhamento.

5.2. Infecções provocadas pelo fungo *Taphrina deformans* detetadas nas diferentes UAs

Baseado nos dados meteorológicos, as primeiras infecções terão ocorrido a 14 de fevereiro na UA GARD, quando as árvores encontravam-se no estado fenológico “BC” (Tabela 6.). Segundo a aplicação do modelo de Safran e Levy (1995), as últimas infecções terão ocorrido a 26 de março nas UAs FRFA, NASA, JODU e GARD logo após a queda da pétala. Os valores de *Risk* obtidos a partir da aplicação das equações do modelo variaram entre os 0,004 ocorridos a 15 de fevereiro nas UAs FRFA, NASA, JODU e GARD e os 1,760 obtidos nas mesmas UAs a 19 do mesmo mês (Tabela 6.). Segundo o resultado da aplicação do modelo italiano, ao contrario do anterior, as últimas infecções terão ocorrido mais tarde a 1 de Maio nas UAs FRLO e MAOL, no estado fenológico frutos em crescimento. Os valores de *Risk* obtidos a partir da aplicação das equações do modelo de Giosuè *et al.* (2000) variaram entre os 0,4 ocorridos a 16 de fevereiro nas UAs FRFA, NASA, JODU e GARD e a 14 de março em todas as UAs, e os 92,9 obtidos nas UAs FRLO e MAOL a 1 de maio (Tabela 6.).

No conjunto das 10 UAs, a infecção provocada pelo fungo *Taphrina deformans* terá ocorrido em 66 ocasiões, em que apenas 42 foram calculadas pelo modelo israelita, pois este considera que o período de suscetibilidade dos pessegueiros ao fungo é de apenas 42 dias.

Neste trabalho, foram observados sintomas de lepra do pessegueiro em todas as UAs. Os sintomas foram observados inicialmente a 12 de março na UA SOTE e o seu aparecimento prolongou-se até meados de maio, mais precisamente a 18 do mesmo mês nas UAs FRLO e MAOL. Os primeiros sintomas foram observados em 42% das árvores enquanto que os sintomas observados mais tarde resultaram de uma infecção mais fulminante, pois foi observado em 75% das árvores na UA MAOL (Tabela 7.).

Em 12 ocasiões foram observados sintomas na totalidade das árvores. Este fenómeno foi observado pela primeira vez a 16 de março na UA MAPI e foi detetado pela última vez a 11 de maio na UA MAPI. Em sete das 10 UAs, foi possível observar esta sintomatologia e na UA GARD ocorreu por três vezes desde que se iniciaram as observações (Tabela 7.).

Tabela 6. Datas das infeções previstas pelos dois modelos, respetivos dados meteorológicos, estados fenológicos dos pessegueiros e valores de Risk.

Data	UA	P (mm)	Tm (°C)	Ef	RISK	Risk(b)
14/02	GARD	19,0	9,9	BC	0,692	1,2
15/02	FRFA-GARD-JODU-NASA	10,2	10,1	BC	0,004	89,9
16/02	FRFA-GARD-JODU-NASA	37,0	8,2	BC	1,552	0,4
17/02	FRFA-GARD-JODU-NASA	19,4	9,3	BC	0,736	1,0
18/02	FRFA-GARD-JODU-NASA	10,6	11,2	BC	0,006	82,2
19/02	FRFA-GARD-JODU-NASA	22,9	11,7	BC	1,764	0,7
19/02	MAPI-SAME-SOTE	15,4	11,9	BC	0,189	7,1
12/03	FRFA-GARD-JODU-NASA	11,8	14,6	F	0,022	57,6
14/03	FRFA-GARD-JODU-NASA	26,4	9,1	F	1,696	0,4
14/03	FRLO-MAOL-MAPI-PEBR-SAME-SOTE	27,4	9,4	F	1,744	0,4
26/03	FRFA-GARD-JODU-NASA	12,3	13,1	I	0,029	39,6
19/04	FRFA-GARD-JODU-NASA	45,2	15,8	J		0,8
19/04	FRLO-MAOL-MAPI-PEBR	21,8	15,9	J		1,0
20/04	FRFA-GARD-JODU-NASA	19,3	15,5	J		1,8
21/04	FRFA-GARD-JODU-NASA	34,0	14,0	J		0,7
21/04	FRLO-MAOL-MAPI-PEBR	20,7	14	J		1,1
29/04	FRLO-MAOL	38,2	21,1	J		0,9
01/05	FRLO-MAOL	11,3	20,2	J		92,9

Legenda: P - precipitação; Tm - temperatura máxima; Ef - estado fenológico; *RISK* - valores de *Risk* obtidos a partir da aplicação das equações do modelo israelita; *Risk(b)* - valores de *Risk* obtidos a partir da aplicação das equações do modelo italiano.

Os sintomas observados a 14 de março nas UAs FRFA, JODU e GARD; a 15 de março na UA NASA; a 16 de março na UA MAPI; a 18 de março na UA SAME; a 19 de março nas UAs SOTE e JODU; a 7 de abril na UA PEBR; a 8 de abril na UA SAME; e a 11 de abril nas UAs MAOL, SOTE, FRLO e PEBR não se encontraram dentro do período de incubação previsto pelo modelo israelita devido ao fato de este ser demasiado curto para aquilo que é a realidade do ciclo de vida do fungo.

Fazendo a representação gráfica da aplicação do modelo de Safran e Levy (1995), verificamos que a maior parte dos sintomas observados nos pomares encontram-se fora do período de incubação previsto (Figura 5.). D as 42 observações de novos sintomas efectuados nas diferentes UAs, 25 não estavam previstas pelo modelo.

Tabela 7. Percentagem de árvores onde foram observados sintomas em cada UA.

Data	UA	Percentagem de árvores com sintomas (%)
12/3	SOTE	42
14/3	FRFA - GARD - JODU	17 - 33 - 17
15/3	NASA	17
16/3	MAPI	100
18/3	SAME	33
19/3	JODU - SOTE	17 - 75
24/3	PEBR	42
25/3	SAME	83
28/3	MAOL - FRFA - GARD - NASA - JODU - SOTE	25 - 17 - 100 - 58 - 50 - 17
30/3	FRLO - MAPI	67 - 50
31/3	PEBR	75
01/4	SAME	83
04/4	FRLO - MAOL - GARD - NASA - JODU	100 - 100 - 100 - 83 - 83
07/4	PEBR	83
08/4	SAME	100
11/4	FRLO - MAOL - SOTE - PEBR	100 - 100 - 8 - 50
09/5	FRFA - GARD - JODU - NASA	58 - 100 - 100 - 100
11/5	MAPI - MAOL	100 - 42
12/5	PEBR	75
18/5	FRLO - MAOL	42 - 75

Nas UAs FRFA, NASA, JODU e GARD verificou-se que a possível infecção ocorrida a 26 de março não teve correspondência sintomatológica (Figura 5. G, H, I e J). Ou seja, apesar das condições meteorológicas para que haja infecção estarem reunidas (Tabela 6.), esta na realidade não terá ocorrido. Se compararmos o resultado das observações efetuadas nas diferentes UAs entre os dois modelos, verificamos que o de Giosuè *et al.* (2000) conduziu a resultados mais consistentes (Tabela 8).

Da totalidade das observações, apenas duas, efetuadas a 24 de Março na UA PEBR e a 25 do mesmo mês na UA SAME (Figuras 6. D e E) não se encontraram dentro do período de incubação previsto pelo modelo. Tal como no modelo anterior os sintomas surgiram antes do período de incubação previsto, mais precisamente, ao 10º e 11º dia respetivamente, após a infecção.

Também no modelo italiano, verificou-se que o risco calculado, ocorrido a 26 de março, não teve correspondência em termos de sintomas, que deveriam ter ocorrido entre 9 e 23 de Abril (Figura 6. G, H, I e J).

Tendo em consideração as 85 observações efectuadas nas 10 UAs e a sua correspondência com as 66 infecções que provavelmente terão ocorrido, criaram-se dois grupos, onde foram

colocadas as infeções bem sucedidas num, e no outro as que não ocorreram apesar das condições meteorológicas estarem reunidas (Tabela 9.). Foi efetuada a comparação entre os dois grupos relativamente a diversos parâmetros, tais como, temperatura, precipitação, período de incubação e Risk.

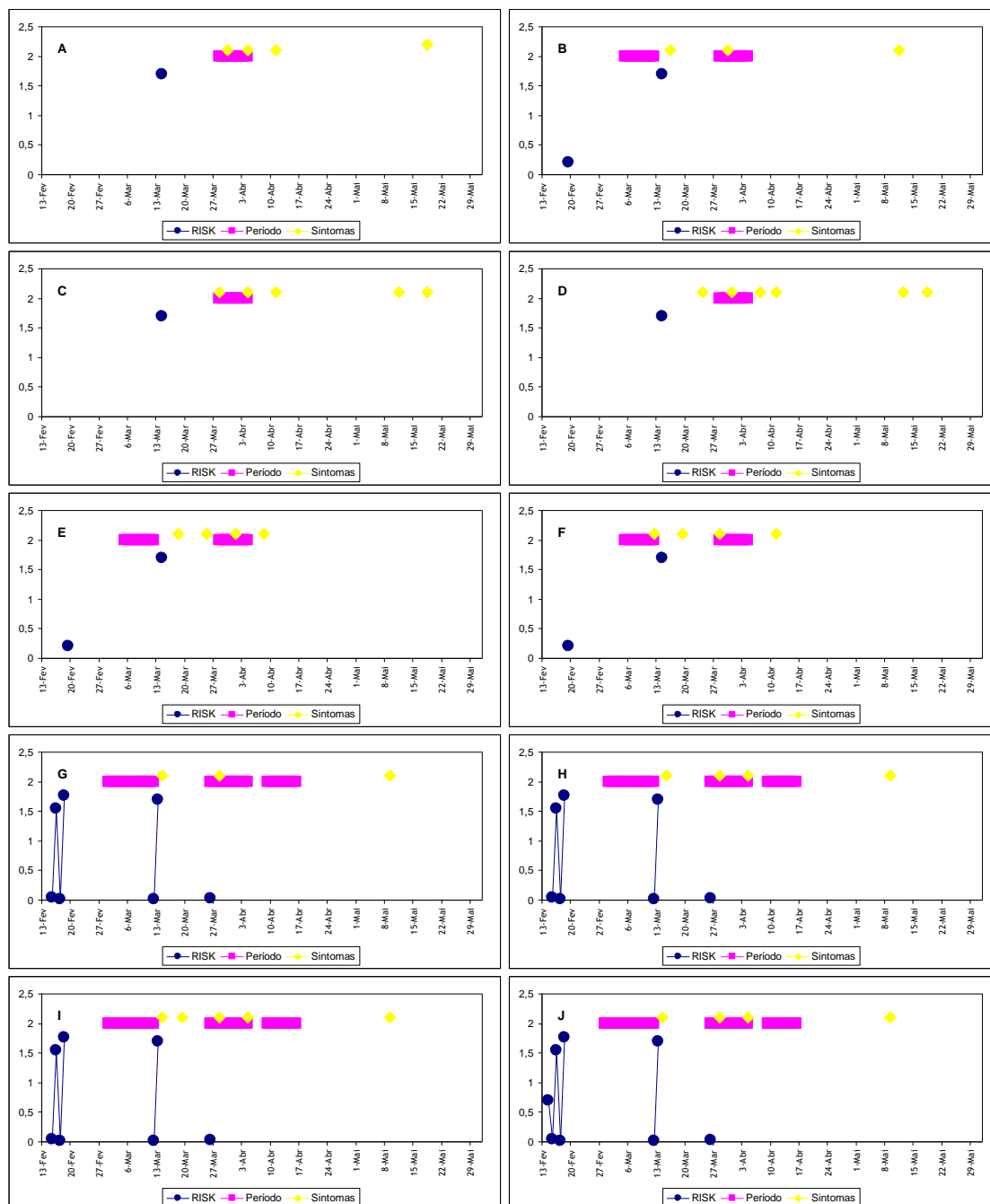


Figura 5. Resultados da aplicação do modelo israelita: *RISK* - risco de infeção; Sintomas - sintomas de lepra observados; Período - período de aparecimento de sintomas previsto pelo modelo. A - UA FRLO; B - MAPI; C - MAOL; D - PEBR; E - SAME; F - SOTE; G - FRFA; H - NASA; I - JODU; J - GARD.

No grupo dos riscos que não se traduziram em infeção, a precipitação média foi de 19,1 mm e 17,3 mm, nos modelos israelita e italiano, respetivamente (Tabela 9.). No grupo dos riscos que tiveram correspondência sintomatológica, a precipitação média foi de 21,4 mm para o modelo israelita e de 23,2 mm para o modelo italiano. Para um nível de significância $\alpha = 0,05$,

confirma-se a hipótese nula da igualdade entre as médias e entre as distribuições dos dois conjuntos de valores dos dois modelos (Figura 7.). A partir destes resultados, podemos concluir que a precipitação ocorrida no dia da infecção, tendo por base os valores superiores a 10 mm previstos pelos dois modelos, não tiveram influência no sucesso da infecção.

Tabela 8. Datas em que foram observados sintomas de lepra do pessegueiro e a sua relação com o período de incubação previsto pelos dois modelos.

UA	Sintomas observados para o modelo israelita		Sintomas observados para o modelo italiano	
	Dentro do período de incubação	Fora do período de incubação	Dentro do período de incubação	Fora do período de incubação
FRLO	30/3 e 4/4	11/4 e 18/5	30/3, 04/4, 11/4 e 18/5	
MAPI	30/3	16/3 e 11/5	16/3, 30/3 e 11/5	
MAOL	28/3 e 04/4	11/4, 11/5 e 18/5	28/3, 04/4, 11/4, 11/5 e 18/5	
PEBR	31/3	24/3, 07/4, 11/4 e 12/5	31/3, 07/4, 11/4 e 12/5	24/3
SAME	01/4	18/3, 25/3 e 08/4	18/3, 01/4 e 08/4	25/3
SOTE	12/3 e 28/3	19/3 e 11/4	12/3, 19/3, 28/3 e 11/4	
FRFA	28/3	14/3 e 09/5	14/3, 28/3 e 09/5	
NASA	28/3 e 04/4	15/3 e 09/5	15/3, 28/3, 04/4 e 09/5	
JODU	28/3 e 04/4	14/3, 19/3 e 09/5	14/3, 19/3, 28/3, 04/4 e 09/5	
GARD	28/3 e 04/4	14/3 e 09/5	14/3, 28/3, 04/4 e 09/5	

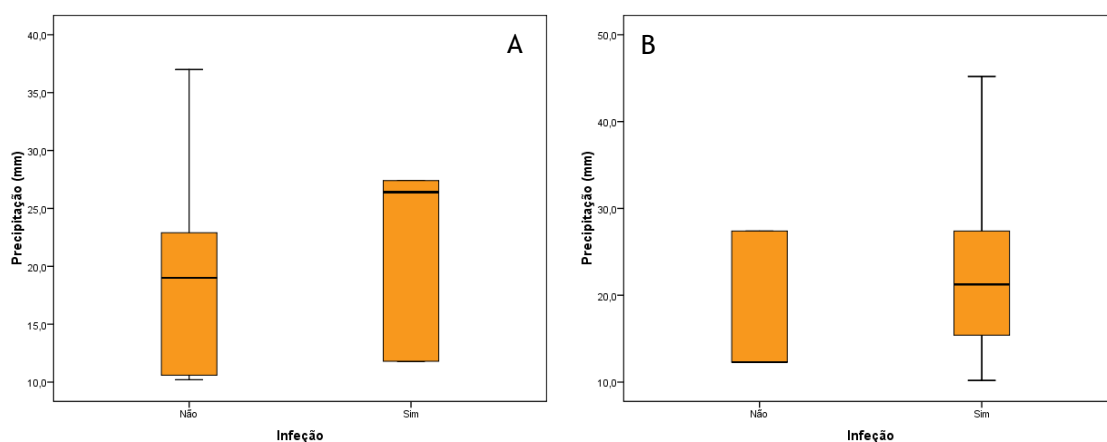


Figura 7. Box and whisker plots que representam a distribuição da precipitação para os modelos israelita (A) e italiano (B), relativamente às infecções que ocorreram ou não dentro dos períodos previstos pelos modelos. Os *p-values* foram calculados utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo de 0,100 para o modelo israelita e 0,257 para o modelo italiano.

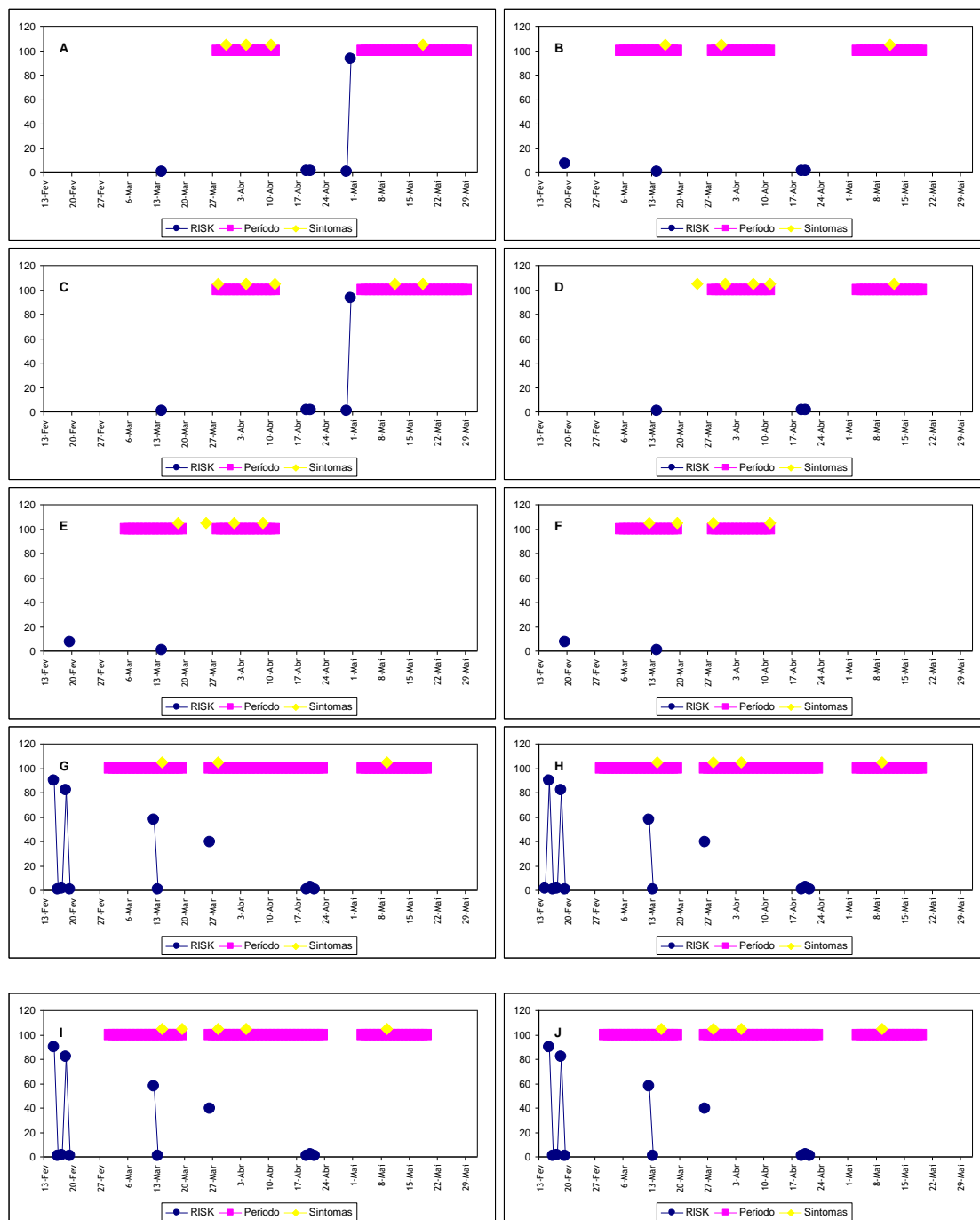


Figura 6. Resultados da aplicação do modelo italiano: RISK - risco de infeção; Sintomas - sintomas de lepra observados; Período - período de aparecimento de sintomas previsto pelo modelo. A - UA FRLO; B - MAPI; C - MAOL; D - PEBR; E - SAME; F - SOTE; G - FRFA; H - NASA; I - JODU; J - GARD.

A temperatura média para os grupos onde não ocorreu infeção foi de 10,6°C para o modelo israelita e de 11,9°C para o italiano. No caso das infeções bem sucedidas os valores médios de temperatura foram 11,1°C e 12,7°C para os modelos israelita e italiano respetivamente (Figura 8.). Não se verificaram diferenças estatísticas significativas entre os dois conjuntos de valores, em ambos os modelos. Mais uma vez, podemos concluir que as diferenças entre as infeções bem e mal sucedidas, não dependeram da temperatura máxima diária ocorrida no dia da infeção expetável, tendo por base, valores superiores a 5°C previstos pelos modelos.

Tabela 9. Caracterização das infecções provocadas pelo fungo *Taphrina deformans* dos dois modelos em estudo.

Modelo	Variáveis	Infeção	N	Média	p-value	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
israelita	Precipitação (mm)	Não	30	19,1	0,435	9,05	10,2	37,0
		Sim	12	21,4		7,35	11,8	27,4
	Temperatura (°C)	Não	30	10,6	0,422	1,57	8,2	13,1
		Sim	12	11,1		2,54	9,1	14,6
	Risk	Não	30	0,7	0,176	0,75	0,0	1,8
		Sim	12	1,1		0,84	0,0	1,7
	Período de incubação	Não	26	24,2	0,000	4,40	10	28
		Sim	12	15,5		1,94	14	21
italiano	Precipitação (mm)	Não	6	17,3	0,180	7,80	12,3	27,4
		Sim	60	23,2		10,24	10,2	45,2
	Temperatura (°C)	Não	6	11,9	0,542	1,91	9,4	13,1
		Sim	60	12,7		3,36	8,2	21,1
	Risk	Não	6	13,6	0,684	20,14	0,4	39,6
		Sim	60	19,4		33,84	0,4	92,9
	Período de incubação	Não	2	10,5	0,001	0,71	10	11
		Sim	60	21,2		4,39	14	28

Em relação ao valor de *Risk* resultante da aplicação das equações matemáticas dos dois modelos, verificou-se, tal como nas situações anteriores, que para um nível de significância $\alpha = 0,05$, as diferenças entre as médias dos valores de *Risk* das infecções bem sucedidas e aquelas que na realidade não ocorreram são estatisticamente iguais. Estes valores não influenciaram as infecções provocadas pelo fungo *Taphrina deformans* (Figura 9.). As médias do valor de *Risk* obtido a partir da aplicação das equações dos dois modelos foram de 0,7 e 1,2 para as infecções mal sucedidas e de 1,1 e 19,4 para as verdadeiras infecções.

Ao contrário das variáveis descritas anteriormente, as diferenças entre o sucesso e o insucesso das infecções previstas pelos modelos, estiveram relacionadas estatisticamente com a duração do período de incubação. No caso da aplicação do modelo israelita o número médio de dias de período de incubação, para as infecções mal sucedidas foi de 24,1. Para um intervalo de confiança de 95%, os valores do período de incubação estão compreendidos entre os 22,4 e os 25,9 dias (Figura 10.). Pelo contrário, para as infecções bem sucedidas os valores ficaram compreendidos num intervalo bem mais baixo, entre os 14,3 e os 15,7 dias, para o mesmo intervalo de confiança. O valor médio foi de 15 dias. No caso do modelo italiano, o número médio de dias de duração do período de incubação foi de 10,5 para as infecções mal determinadas e de 21,2 dias para as bem sucedidas. Para um nível de confiança de 95%, os valores ficaram compreendidos entre os 4,2 e os 16,9 para as infecções ocorridas fora do contexto do modelo e entre os 20 e os 22,3 dias para as restantes.

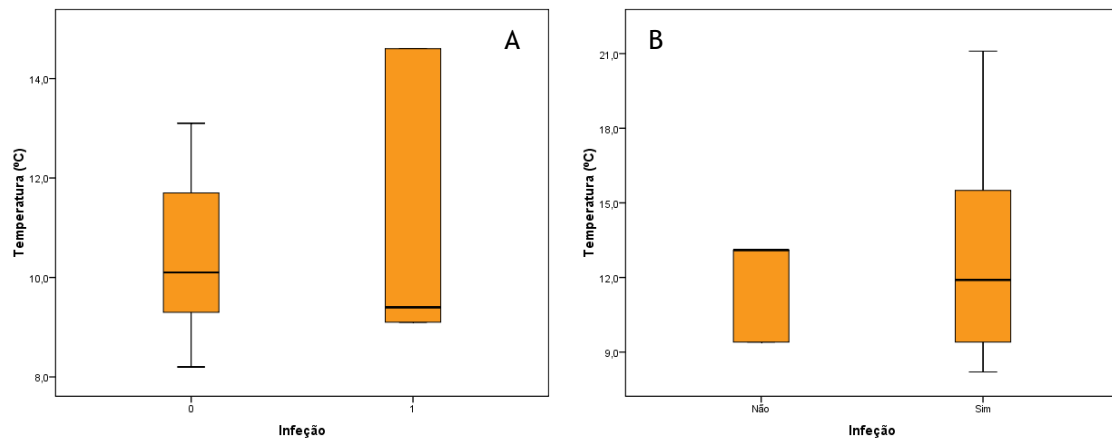


Figura 8. Box and whisker plots que representam a distribuição da temperatura para os modelos israelita (A) e italiano (B), relativamente às infeções que ocorreram ou não dentro dos períodos previstos pelos modelos. Os *p-values* foram calculados utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo de 0,363 para o modelo israelita e 0,186 para o modelo italiano.

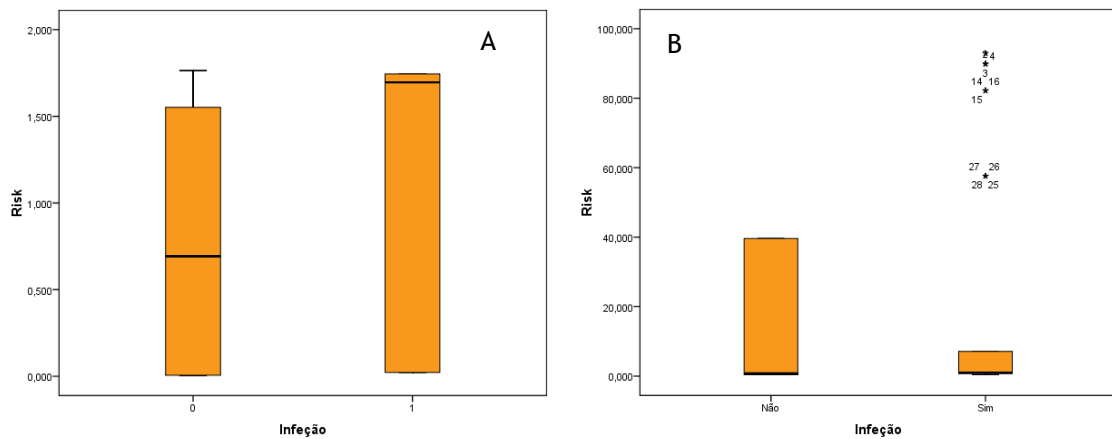


Figura 9. Box and whisker plots que representam a distribuição dos valores de Risk para os modelos israelita (A) e italiano (B), relativamente às infeções que ocorreram ou não dentro dos períodos previstos pelos modelos. Os *p-values* foram calculados utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo de 0,100 para o modelo israelita e 0,710 para o modelo italiano.

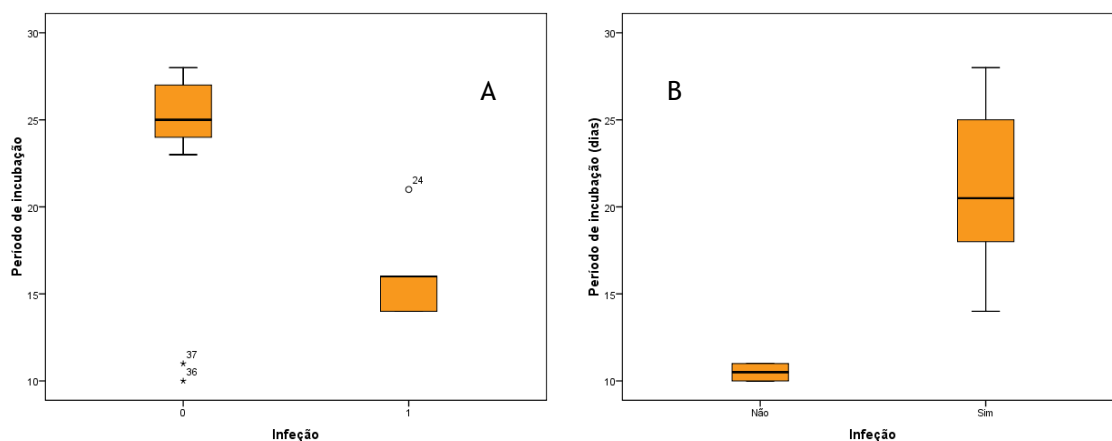


Figura 10. Box and whisker plots que representam a distribuição dos valores do período de incubação para os modelos israelita (A) e italiano (B), relativamente às infeções que ocorreram ou não dentro dos períodos previstos pelos modelos. Os *p-values* foram calculados utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo de 0,000 para o modelo israelita e 0,042 para o modelo italiano.

Devido ao fato de a temperatura máxima e a precipitação ocorridas no dia da infecção não terem sido fatores de diferenciação entre o sucesso e o insucesso das infecções, recorreu-se às diferenças estatísticas existentes no que diz respeito à duração do período de incubação. Estes dados foram aplicados no teste estatístico Chi-quadrado tal como foi utilizado no trabalho efetuado por Rossi *et al.* (1996)

Tendo por base, as condições mínimas para a ocorrência da infecção previstas pelos dois modelos, verificou-se que o modelo israelita previu com sucesso, apenas 33,3% das infecções contra os 66,7% que não foram identificados (Tabela 10).

Tabela 10. Comparação entre as infecções de lepra do pessegueiro que ocorreram e as que foram previstas pelos modelos israelita e italiano, utilizando o teste estatístico Chi-quadrado.

Atual	Previstas pelo modelo israelita			Previstas pelo modelo italiano		
	Não	Sim	Total	Não	Sim	Total
Não	9 13,6%	19 28,8%	28 42,4%	4 6,1%	0 0,0%	4 6,1%
Sim	25 37,9%	13 19,7%	38 57,6%	2 3,0%	60 90,9%	62 93,9%
Total	34 51,5%	32 48,5%	66 100,0%	6 9,1%	60 90,9%	66 100,0%
χ^2	7,307 (p = 0,007)			45,581 (p = 0,000)		

Como o $p\text{-value} = 0,007$ é menor que $\alpha = 0,05$, as diferenças entre o sucesso e o insucesso das previsões são estatisticamente significativas, o que comprova a pouca fiabilidade do modelo israelita.

Se tivermos em consideração intervalos mais abrangentes, no que diz respeito à duração do período de incubação e ao período de suscetibilidade do hospedeiro ao fungo, previstos pelo modelo italiano, verificamos que este demonstrou uma grande robustez nos resultados. Das 66 situações de risco que surgiram durante o período em estudo, o modelo previu com sucesso 64 casos (97%). Nos restantes 3% dos casos, que ocorreram a 14 de Março nas UA's PEBR e SAME o modelo sobre estimou a duração do período de incubação. Nestes 2 casos os períodos tiveram a duração de 10 e 11 dias respetivamente. O $p\text{-value} = 0,000$ resultante da aplicação do teste de Chi-quadrado, vem confirmar o fato de haverem diferenças significativas entre os resultados previstos com sucesso e os resultados falíveis, o que nos prova que este modelo criado por Giosuè *et al.* (2000) é na realidade um modelo muito robusto que nos dá garantias de uma boa previsão das infecções de lepra do pessegueiro.

6. Conclusões

Os resultados demonstraram que os pessegueiros são suscetíveis à lepra do pessegueiro a partir do abrolhamento dos gomos. Desde que as condições climáticas sejam favoráveis à ocorrência da infeção, as árvores são sempre infetadas quando atingem o estado fenológico BC (botão inchado - abrolhamento).

Após o abrolhamento, as árvores mantiveram-se suscetíveis às infeções durante um período que durou até mais de 9 semanas. Mais precisamente 66 dias, tendo ocorrido as infeções mais tardias no início de maio. Estes resultados coincidem com os que foram obtidos por Giosuè *et al.* (2000) e por Jeay (1986) e vêm contrariar os 42 dias de suscetibilidade das árvores ao risco de infeção, contados a partir do abrolhamento modelados por Safran e Levy (1995).

As condições climáticas não foram fator condicionante para o sucesso ou insucesso das infeções, mas a sua ocorrência esteve sempre associada às condições mínimas necessárias para esta fosse uma realidade.

O valor de *Risk* obtido a partir da aplicação das equações matemáticas de ambos os modelos, não esteve relacionado nem com a intensidade nem com o sucesso das infeções.

O facto da aplicação do modelo criado por Giosuè *et al.* (2000) adaptado às condições deste trabalho ter demonstrado uma grande robustez nos resultados, prevendo com sucesso mais de 90% das infeções, prova-nos que é na realidade um modelo muito robusto e que nos dá garantias de uma boa previsão das infeções de lepra do pessegueiro.

Em trabalhos mais recentes, realizados em Itália, foi introduzido um novo parâmetro aos que foram utilizados na realização deste trabalho, que foi o período de humectação a que os tecidos vegetais estão expostos após a ocorrência de uma precipitação com contornos infeciosos. Trabalhos realizados por Rossi *et al.* (2006) concluem que períodos de humectação superiores a 12,5 horas após precipitações superiores a 3 mm e temperaturas inferiores a 16°C, contribuíram para explicar 97% das infeções. Talvez este novo parâmetro permitisse explicar os seis casos de insucesso não previstos pelo modelo italiano, abrindo-se desta forma, uma nova porta para futuros trabalhos.

Em suma, os novos dados obtidos a partir da realização deste trabalho, poderão servir de base de sustentação para percebermos quais as condições meteorológicas necessárias, bem como, o nível de desenvolvimento do hospedeiro, que melhor favoreçam a infeção provocada pelo fungo *Taphrina deformans*. Estes resultados poderão servir de ponto de partida para a obtenção de previsões mais precisas e robustas para melhor combate à lepra do pessegueiro.

Referências bibliográficas

- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W. e Blackwell, M. (1996). *Introductory Mycology*, IV edition. John Wiley & Sons, New York: 1-868.
- BAYER CropsScience, (2011). “Lepra do pessegueiro” 20 de Dezembro de 2010, < www.bayercropscience.pt >
- Broome, J. (2011). *Peach Leaf Curl - Integrated Pest Management for Home Gardeners and Landscape Professionals*. Pest Notes, publication 7426. University of California.
- Cavaco, M., Jordão, P. e Sousa, R. (2006). Produção Integrada Das Culturas De Prunóideas. Direcção-Geral de Protecção das Culturas, série: divulgação nº 290, 2006.
- Ceia, C (2000). Normas para Apresentação de Trabalhos Científicos, 3ª ed., Presença, Lisboa, 2000.
- COTHN - Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional (2010). Protecção Das Culturas - LEpra. < <http://infoagro.cothn.pt/portal/index.php?id=2032> >
- Drumonde Melo, C., Lorenzo Bethencourt, C. D., Prendes Ayala, C., Giménez Mariño, C., Cabrera Perez, R. e Horta Lopes, D.J.. Doença: Lepra do pessegueiro, 4 de Janeiro de 2011, < www.interfruta.angra.uac.pt/>
- Felix, A. e Cavaco, M. (2008). Manual De Protecção Fitossanitaria Para Protecção Integrada E Agricultura Biologica De Prunóideas. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Direcção-Geral de Agricultura e desenvolvimento Rural, Lisboa 2008.
- Gautier, M. 1988. *La culture fruitière. Les productions fruitières*. Vol. 2. J. B. Baillière, Lavoisier, Paris, 452 pp.
- Giosuè, S., Spada, G., Rossi, V., Carli, G. e Ponti, I. (2000). *Forecasting infections of the leaf curl disease on peaches caused by Taphrina deformans*. European Journal of Plant Pathology 106: 563-571, 2000. Kluwer Academic Publishers, printed in the Netherlands.
- INE (2001) - Recenseamento Geral da Agricultura 1999. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.
- Jeay, M. (1986). *La cloque du pêcher*. Phytoma 374: 31-32
- Kavac, H. (2005). *Reaction of Some Peach (Prunus persicae) Varieties to the Leaf Curl Disease Caused by Taphrina deformans in Arid District of Turkey*. Plant Pathology Journal 4 (1), 2005: 75-77. Asian Network for Scientific Information.
- OMAIAA (2011). A Produção e a Comercialização do Pêssego em Portugal. Observatório dos Mercados Agrícolas e das Importações Agro-Alimentares, Copyright 2011. < www.observatorioagricola.pt/item.asp?id_item=106 >
- Rossi, V., Bolognesi, M., Lanquasco, L. e Giosuè, S. (2006). *Influence of Environmental Conditions on Infection of Peach Shoots by Taphrina deformans*. The Phytopathology, VOL. 96, nº 2, 2006. American Phytopathological Society
- Safran, E. e Levy, Y. (1995). *Essai de conception d'un modèle de prévision contre la cloque du pêcher*. Agronomie (1995) 15, 49-57. Elsevier/INRA.
- Simões, M. (2008). A fertilização azotada em pessegueiros: influência no estado de nutrição, produção e susceptibilidade a *Phomopsis amygdali*. Tese de Doutoramento em Engenharia Agronómica. Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia, Lisboa 2008.
- Simões, M., Barateiro, A., Ramos, C., Lopes, S., Gomes, P., Simão, P., Ramos, P., Calouro, F. e Luz, J. (2008). Património edáfico da cultura do pessegueiro na região da Beira Interior. Rev. de Ciências Agrárias, dez. 2008, vol.31, no.2, p.34-42. ISSN 0871-018X.
- Spada, G., Carli, G., Ponti, I. e Giosuè, S. (2001). *Use of a model simulating Taphrina deformans infection on peaches for optimal disease control*. Integrated Fruit Production. IOBC/wprs Bulletin Vol. 24 (5) 2001 pp. 319 - 324.

Anexo 1 - Dados meteorológicos da EMA da Borralheira

Dia	Precipitação (mm)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura média (°C)
01-Jan	0,2	12,5	9,7
02-Jan	0,0	15,9	7,6
03-Jan	0,0	11,1	4,9
04-Jan	8,1	9,2	8,1
05-Jan	17,7	11,8	10,3
06-Jan	29,1	16,0	12,7
07-Jan	5,4	14,4	11,3
08-Jan	12,8	11,1	9,2
09-Jan	12,9	11,4	7,3
10-Jan	8,9	6,6	3,4
11-Jan	0,2	15,8	8,5
12-Jan	0,2	31,4	10,4
13-Jan	0,0	15,6	6,3
14-Jan	0,0	14,2	5,7
15-Jan	0,0	14,9	6,5
16-Jan	0,0	9,8	7,0
17-Jan	0,4	9,9	8,1
18-Jan	0,0	12,3	8,1
19-Jan	0,0	14,1	7,1
20-Jan	0,2	12,2	6,9
21-Jan	0,7	9,4	4,2
22-Jan	0,0	7,6	2,1

Dia	Precipitação (mm)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura média (°C)
23-Jan	0,0	8,6	2,2
24-Jan	0,0	10,6	2,5
25-Jan	0,0	10,8	1,5
26-Jan	0,0	11,2	1,1
27-Jan	0,8	6,5	1,3
28-Jan	7,4	7,6	3,8
29-Jan	0,2	10,6	3,4
30-Jan	0,0	9,6	3,6
31-Jan	0,0	8,9	4,7
01-Fev	0,0	10,3	4,3
02-Fev	0,0	12,5	6,3
03-Fev	0,0	16,4	9,1
04-Fev	0,0	19,7	8,6
05-Fev	0,0	19,2	5,9
06-Fev	0,0	17,3	5,6
07-Fev	0,0	17,2	5,4
08-Fev	0,0	13,1	4,5
09-Fev	0,0	10,5	7,3
10-Fev	0,0	14,3	5,8
11-Fev	0,0	14,6	5,5
12-Fev	0,2	15,1	6,5
13-Fev	7,4	11,3	5,2
14-Fev	9,7	8,1	4,7

Dia	Precipitação (mm)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura média (°C)
15-Fev	2,7	9,8	6,4
16-Fev	26,8	8,6	5,4
17-Fev	3,8	11,6	7,2
18-Fev	4,7	10,7	6,6
19-Fev	15,4	11,9	9,1
20-Fev	1,6	14,1	8,1
21-Fev	8,9	25,6	9,5
22-Fev	0,0	21,1	12,3
23-Fev	0,0	21,7	11,8
24-Fev	0,0	22,9	11,2
25-Fev	0,0	22,3	13,9
26-Fev	0,0	21,4	12,9
27-Fev	0,0	15,3	10,0
28-Fev	0,0	30,2	9,4
01-Mar	0,0	12,9	6,5
02-Mar	0,0	11,6	5,8
03-Mar	0,0	11,9	6,5
04-Mar	0,7	8,8	3,4
05-Mar	4,4	10,2	6,3
06-Mar	0,2	14,1	9,0
07-Mar	0,2	17,1	9,0
08-Mar	2,3	12,3	9,2
09-Mar	0,6	10,9	9,0

Dia	Precipitação (mm)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura média (°C)
10-Mar	0,2	16,1	9,7
11-Mar	1,0	11,6	9,1
12-Mar	7,8	13,8	9,2
13-Mar	9,3	9,1	7,0
14-Mar	27,4	9,4	8,2
15-Mar	0,2	13,9	8,3
16-Mar	0,5	14,2	7,6
17-Mar	0,0	20,6	11,5
18-Mar	0,0	21,7	12,1
19-Mar	0,0	24,1	13,8
20-Mar	0,0	23,6	15,2
21-Mar	0,0	20,7	12,5
22-Mar	3,4	16,5	9,4
23-Mar	3,0	14,3	10,2
24-Mar	6,5	16,0	11,7
25-Mar	8,1	15,6	11,6
26-Mar	6,5	12,7	10,5
27-Mar	1,2	14,6	10,2
28-Mar	5,8	12,9	10,1
29-Mar	0,0	18,7	11,7
30-Mar	0,0	18,3	11,9
31-Mar	0,0	23,1	14,4
01-Abr	0,0	25,2	15,5

Dia	Precipitação (mm)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura média (°C)
02-Abr	0,0	18,7	13,8
03-Abr	0,0	16,2	12,1
04-Abr	0,0	21,0	14,1
05-Abr	0,0	27,3	17,2
06-Abr	0,0	26,6	19,1
07-Abr	0,0	27,4	19,0
08-Abr	0,0	27,8	17,3
09-Abr	0,0	24,6	15,2
10-Abr	0,0	24,7	17,5
11-Abr	0,0	23,7	17,5
12-Abr	0,0	25,4	17,0
13-Abr	0,0	27,4	16,8
14-Abr	0,0	28,9	17,0
15-Abr	0,0	25,6	17,6
16-Abr	0,0	23,7	16,0
17-Abr	0,0	23,4	16,2
18-Abr	2,6	21,8	16,3
19-Abr	21,8	15,9	13,3
20-Abr	9,8	18,7	13,4
21-Abr	20,7	14,0	11,8
22-Abr	6,4	16,1	11,1
23-Abr	0,8	19,3	12,4
24-Abr	0,0	21,6	15,1

Dia	Precipitação (mm)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura média (°C)
25-Abr	0,0	22,4	16,7
26-Abr	0,0	22,6	16,8
27-Abr	0,0	25,1	17,4
28-Abr	0,0	26,4	16,1
29-Abr	38,2	21,1	13,4
30-Abr	8,9	16,3	12,8
01-Mai	11,3	20,2	13,5
02-Mai	0,4	22,2	15,6
03-Mai	0,0	22,7	14,7
04-Mai	0,0	22,2	14,1
05-Mai	0,0	22,8	14,9
06-Mai	0,2	20,5	15,1
07-Mai	7,6	19,2	14,0
08-Mai	0,0	21,6	14,0
09-Mai	0,0	27,0	17,1
10-Mai	0,0	29,2	19,4
11-Mai	0,0	29,4	20,1
12-Mai	0,0	30,0	20,1
13-Mai	0,0	29,1	20,1
14-Mai	0,0	28,2	20,0
15-Mai	0,0	25,6	16,2
16-Mai	0,0	27,7	18,7
17-Mai	5,2	24,4	17,8

Dia	Precipitação (mm)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura média (°C)
18-Mai	5,0	20,7	15,7
19-Mai	1,7	23,0	16,8
20-Mai	0,0	26,2	17,3
21-Mai	0,0	27,7	18,9
22-Mai	0,0	29,7	20,0
23-Mai	4,3	31,1	20,0
24-Mai	0,2	32,0	21,7
25-Mai	0,0	31,0	21,7
26-Mai	0,0	28,3	19,8
27-Mai	0,0	27,4	19,2
28-Mai	4,4	27,6	18,7
29-Mai	0,0	25,3	19,0
30-Mai	0,0	23,7	17,5
31-Mai	0,0	27,5	19,9

Anexo 2 - Dados meteorológicos da EMA da Póvoa de Atalaia

Dia	Precipitação	Temperatura	Temperatura
	(mm)	máxima (°C)	média (°C)
01-Jan	0,2	11,7	9,8
02-Jan	0,0	15,6	9,7
03-Jan	0,0	11,2	7,6
04-Jan	9,3	9,1	8,2
05-Jan	25,7	11,8	10,2
06-Jan	44,9	14,5	12,6
07-Jan	26,5	12,5	11,0
08-Jan	24,2	10,7	9,1
09-Jan	15,8	9,7	8,1
10-Jan	9,3	6,8	5,2
11-Jan	0,2	13,9	10,2
12-Jan	0,0	15,1	10,6
13-Jan	0,0	14,9	9,3
14-Jan	0,0	14,7	9,3
15-Jan	0,0	14,4	8,8
16-Jan	0,0	9,1	7,7
17-Jan	0,6	9,6	7,9
18-Jan	0,0	11,5	8,3
19-Jan	0,0	12,4	9,3
20-Jan	0,0	14,0	8,5

Dia	Precipitação	Temperatura	Temperatura
	(mm)	máxima (°C)	média (°C)
21-Jan	0,0	8,7	5,3
22-Jan	0,0	6,7	2,3
23-Jan	0,0	6,5	1,9
24-Jan	0,0	8,9	4,3
25-Jan	0,0	9,3	3,7
26-Jan	0,0	10,9	4,2
27-Jan	1,0	5,6	3,2
28-Jan	9,5	7,7	4,7
29-Jan	0,2	8,7	5,1
30-Jan	0,0	9,1	4,6
31-Jan	0,0	7,7	4,8
01-Fev	0,0	8,8	5,0
02-Fev	0,0	11,6	6,8
03-Fev	0,0	15,6	11,2
04-Fev	0,0	19,0	12,9
05-Fev	0,0	17,7	11,0
06-Fev	0,0	16,8	10,1
07-Fev	0,0	16,2	9,7
08-Fev	0,0	12,7	8,3
09-Fev	0,0	10,9	7,9
10-Fev	0,0	13,7	8,7
11-Fev	0,0	13,9	8,8
12-Fev	0,0	14,3	9

Dia	Precipitação	Temperatura	Temperatura
	(mm)	máxima (°C)	média (°C)
13-Fev	15,1	9,1	6,5
14-Fev	19,0	9,9	5,6
15-Fev	10,2	10,1	7,7
16-Fev	37,0	8,2	5,6
17-Fev	19,4	9,3	7,5
18-Fev	10,6	11,2	7,7
19-Fev	22,9	11,7	9,4
20-Fev	1,0	13,5	10,2
21-Fev	0,0	13,7	10,5
22-Fev	0,0	14,6	11,9
23-Fev	0,0	20,7	14,4
24-Fev	0,0	20,8	14,9
25-Fev	0,0	23,6	16,4
26-Fev	0,0	22,3	15,2
27-Fev	0,0	13,7	10,6
28-Fev	0,0	12,7	8,4
01-Mar	0,0	11,3	7,2
02-Mar	0,0	10,9	6,5
03-Mar	0,0	10,8	6,6
04-Mar	0,0	7,9	4,4
05-Mar	8,3	7,7	5,4
06-Mar	0,2	12,7	8,6
07-Mar	0,0	15,7	10,3

Dia	Precipitação	Temperatura	Temperatura
	(mm)	máxima (°C)	média (°C)
08-Mar	6,9	11,5	8,8
09-Mar	6,2	9,6	8,0
10-Mar	0,0	14,6	10,1
11-Mar	7,4	10,9	8,6
12-Mar	11,8	14,6	9,3
13-Mar	9,1	8,6	7,5
14-Mar	26,4	9,1	7,8
15-Mar	0,2	13,7	8,8
16-Mar	0,0	11,8	8,9
17-Mar	0,0	17,1	12,0
18-Mar	0,0	20,1	14,4
19-Mar	0,0	22,6	16,3
20-Mar	0,0	22,2	17,1
21-Mar	0,0	19,1	13,9
22-Mar	0,4	15,8	11,0
23-Mar	0,0	11,9	8,8
24-Mar	4,6	15,8	11,2
25-Mar	9,8	13,5	11,0
26-Mar	12,3	13,1	10,5
27-Mar	3,0	13,6	9,9
28-Mar	9,9	13,8	10,3
29-Mar	0,0	17,4	12,1
30-Mar	0,0	17,4	13,0

Dia	Precipitação	Temperatura	Temperatura
	(mm)	máxima (°C)	média (°C)
31-Mar	0,0	21,4	15,5
01-Abr	0,0	24,2	17,7
02-Abr	0,4	18,0	14,4
03-Abr	0,0	15,3	12,3
04-Abr	0,0	20,6	14,4
05-Abr	1,7	25,8	19,1
06-Abr	0,0	25,2	20,3
07-Abr	0,0	26,6	19,9
08-Abr	0,0	27,3	20,7
09-Abr	0,0	22,5	17,5
10-Abr	0,0	24,4	17,4
11-Abr	0,0	22,8	17,7
12-Abr	0,0	24,6	18,3
13-Abr	0,0	27,1	20,1
14-Abr	0,0	27,8	21,4
15-Abr	0,0	25,3	20,2
16-Abr	0,0	23,7	17,6
17-Abr	0,0	22,8	17,1
18-Abr	0,4	21,1	15,7
19-Abr	45,2	15,8	13,0
20-Abr	19,3	15,5	12,9
21-Abr	34,9	14,0	11,9
22-Abr	4,3	13,9	10,7

Dia	Precipitação	Temperatura	Temperatura
	(mm)	máxima (°C)	média (°C)
23-Abr	0,4	18,2	12,8
24-Abr	0,0	20,3	15,6
25-Abr	0,0	21,0	16,3
26-Abr	0,0	21,6	17,0
27-Abr	0,0	24,3	17,9
28-Abr	0,0	24,5	18,3
29-Abr	9,0	21,4	15,4
30-Abr	10,4	16,9	12,6
01-Mai	13,3	19,9	13,5
02-Mai	0,0	21,9	16,5
03-Mai	0,0	20,9	15,5
04-Mai	0,0	20,4	14,7
05-Mai	0,0	21,7	15,5
06-Mai	0,0	20,5	16,0
07-Mai	1,2	18,3	13,8
08-Mai	0,0	20,9	14,3
09-Mai	0,0	25,3	18,4
10-Mai	0,0	28,3	21,5
11-Mai	0,0	28,6	21,7
12-Mai	0,0	28,4	21,8
13-Mai	0,0	28,8	22,1
14-Mai	0,2	27,9	22,5
15-Mai	0,0	24,2	17,0

Dia	Precipitação	Temperatura	Temperatura
	(mm)	máxima (°C)	média (°C)
16-Mai	0,9	26,4	19,7
17-Mai	8,4	24,3	17,7
18-Mai	3,2	21,0	16,7
19-Mai	0,0	23,8	16,6
20-Mai	0,0	26,0	18,7
21-Mai	0,0	27,6	20,9
22-Mai	0,0	28,3	21,9
23-Mai	0,0	29,8	22,9
24-Mai	0,0	32,6	25,2
25-Mai	0,0	31,9	24,7
26-Mai	0,0	27,4	22,0
27-Mai	0,2	26,8	19,0
28-Mai	1,8	28,9	20,5
29-Mai	0,0	25,3	19,6
30-Mai	0,0	22,9	17,6
31-Mai	0,0	26,2	20,2

Anexo 3 - Guia de campo

Guia de campo

Nome: _____

Data	Estado fenológico	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4

Data	Estado fenológico	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4

Data	Estado fenológico	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4

Legenda:

Novos sintomas	✓
Sem sintomas	✗
Sintomas identificados	#